

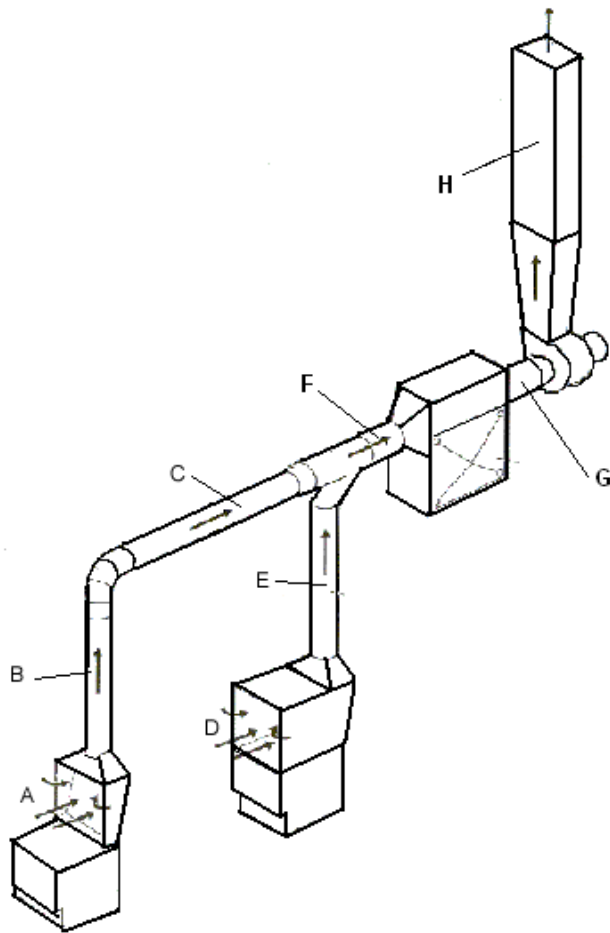
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

افت فشار بخش دوم (افت فشار در ورودی سیستم)

دکتر احمد نیک پی
عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
گروه بهداشت حرفه ای
تاریخ انتشار پاییز ۱۳۹۲
نگارش دوم
nikpey@gmail.com

اهداف آموزشی

- آشنایی با مفهوم افت فشار توربولانسی
- آشنایی با روش های محاسبه افت فشار در اجزاء مختلف سیستم تهویه نظیر هود، اتصالات (زانویی، شاخه فرعی به اصلی، اتصالات تنگ شونده، جمع شونده، دودکش) به روش فشار سرعت



منبع

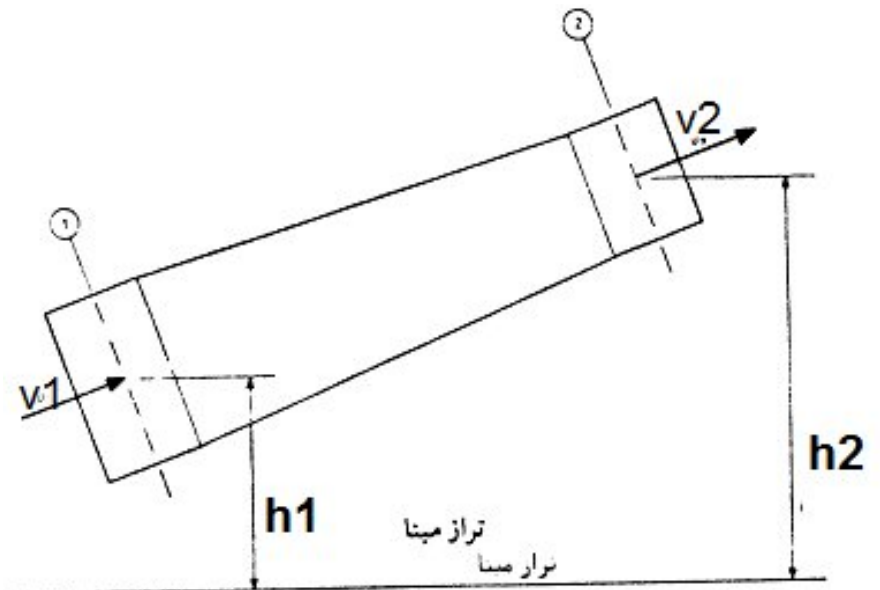
- کتاب تهویه صنعتی، تالیف احمد نیک پی، فصل چهارم
- مکانیک سیالات کاربردی: راجرز کنسکی، فصل پنجم
- مکانیک سیالات با کاربردهای مهندسی: ئی جان فینه مور، فصل هشتم

انرژی کل جریان

- در یک سیال تراکم ناپذیر که تغییرات وزن سیال به ازای حجم آن ثابت ($\gamma = cte$) است مجموع انرژی ها در نقاط ۱ و ۲ یکسان است.

$$PE_1 + KE_1 + h_1 = PE_2 + KE_2 + h_2$$

$$PE_1 + KE_1 + h_1 = PE_2 + KE_2 + h_2 + hL$$



افت فشار

- تغییر انرژی فشاری (استاتیک) جریان به شکل غیر مفید آن یعنی انرژی گرمایی می باشد.
- افت فشار ناشی از مالیده شدن جریان هوا به دیواره کانال (اصطکاک) و یا ناشی از تغییر در مسیر جریان است که ریشه در ویسکوزیته و اینرسی سیال دارد.

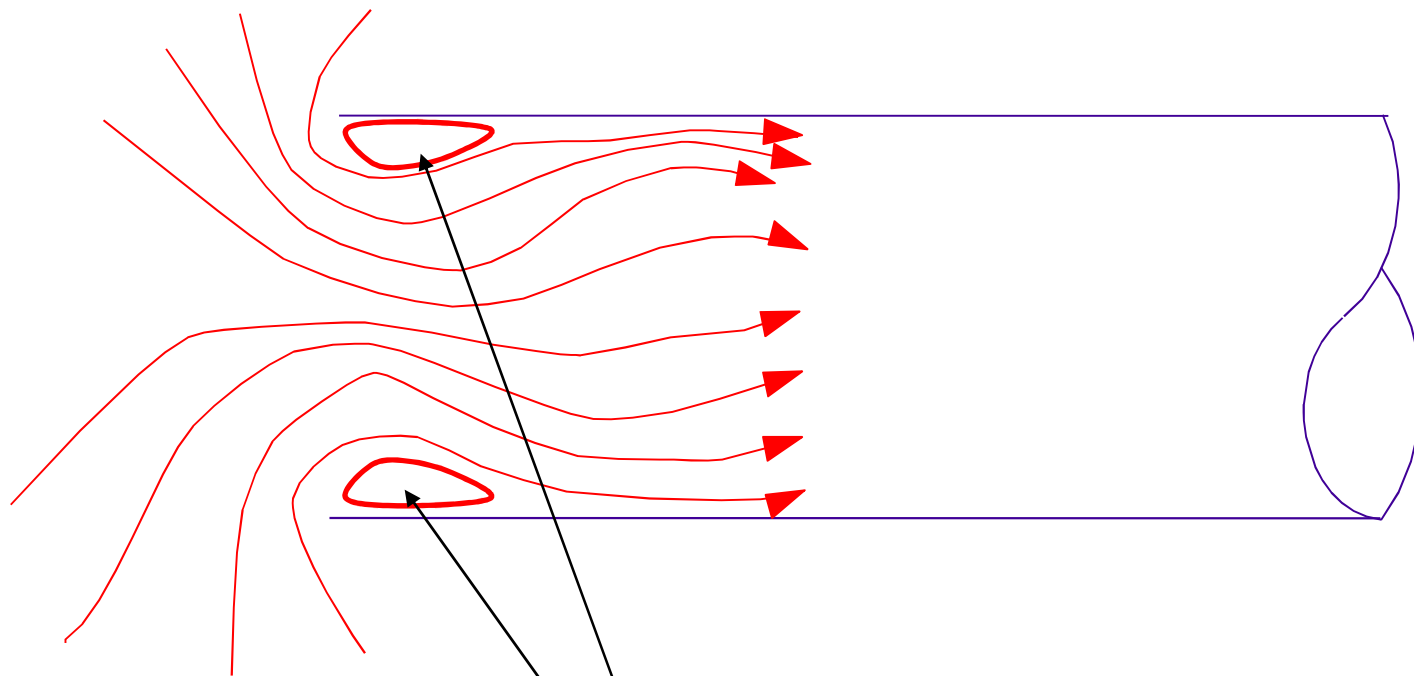
$$h_L = h_f + \sum h_{el}$$

روش های بیان افت فشار

- طول معادل: تا نگارش هجدهم کتاب تهویه

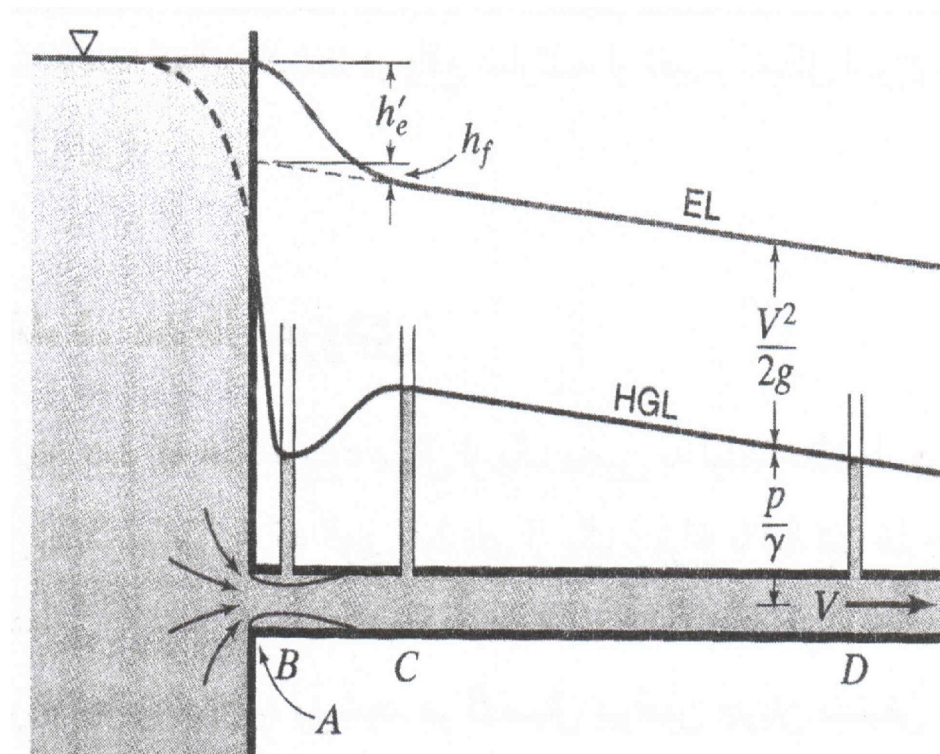
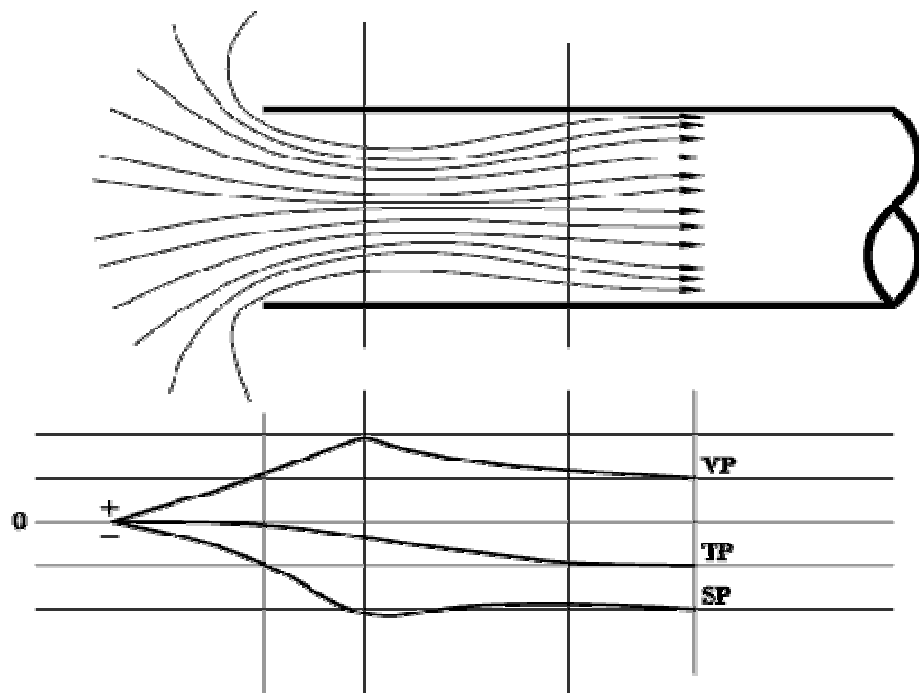
- درصدی از انرژی کینتیک جریان

$$K \frac{V^2}{2g}$$

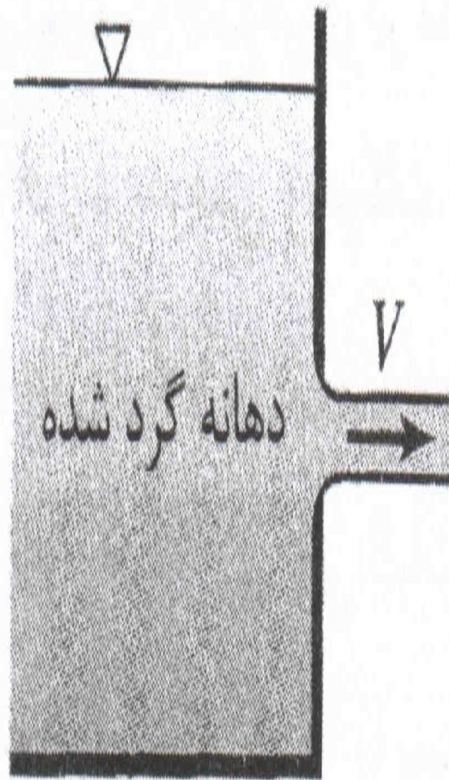


Flow separation

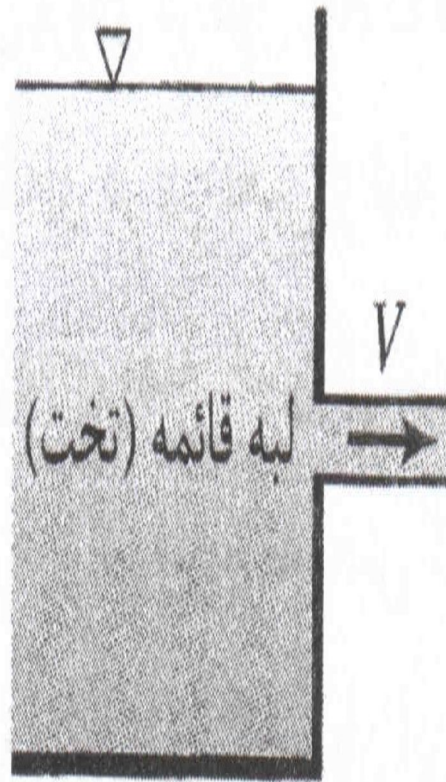
افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود)



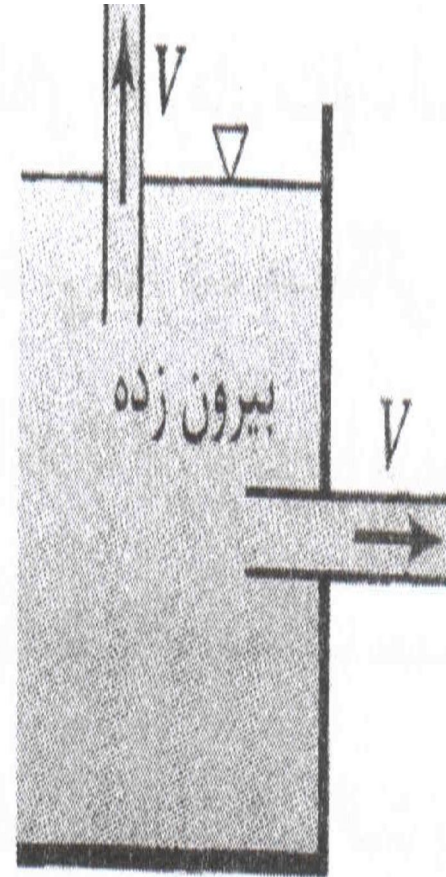
افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود)



$$k_e = 0.04 \text{ (الف)}$$

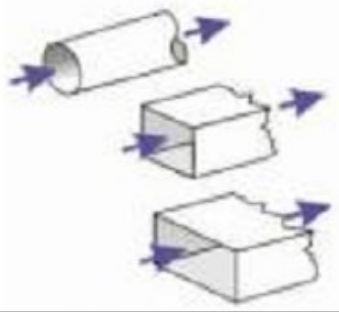
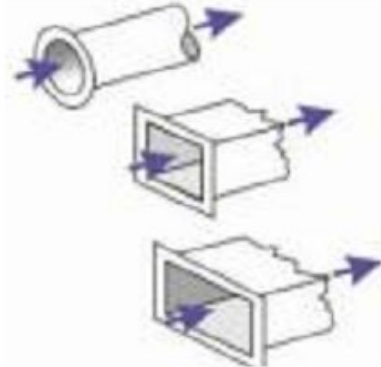
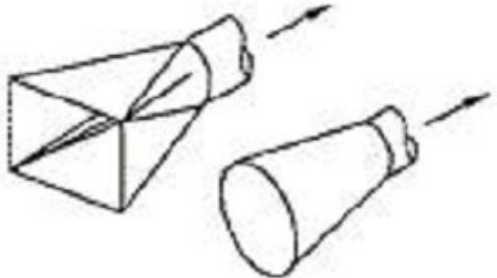


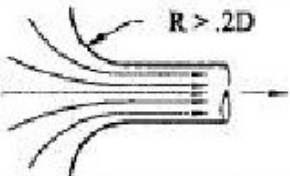
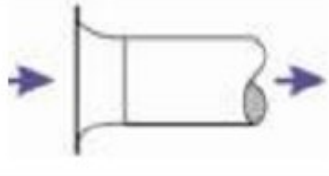
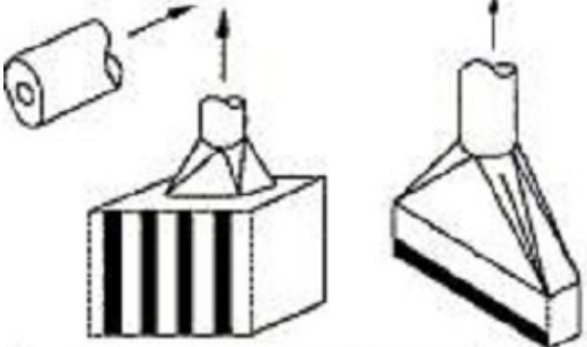
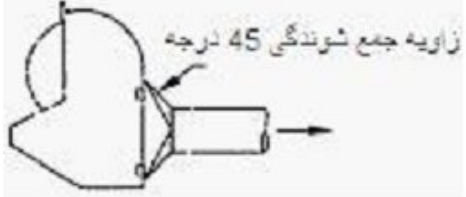
$$k_e = 0.5 \text{ (ب)}$$

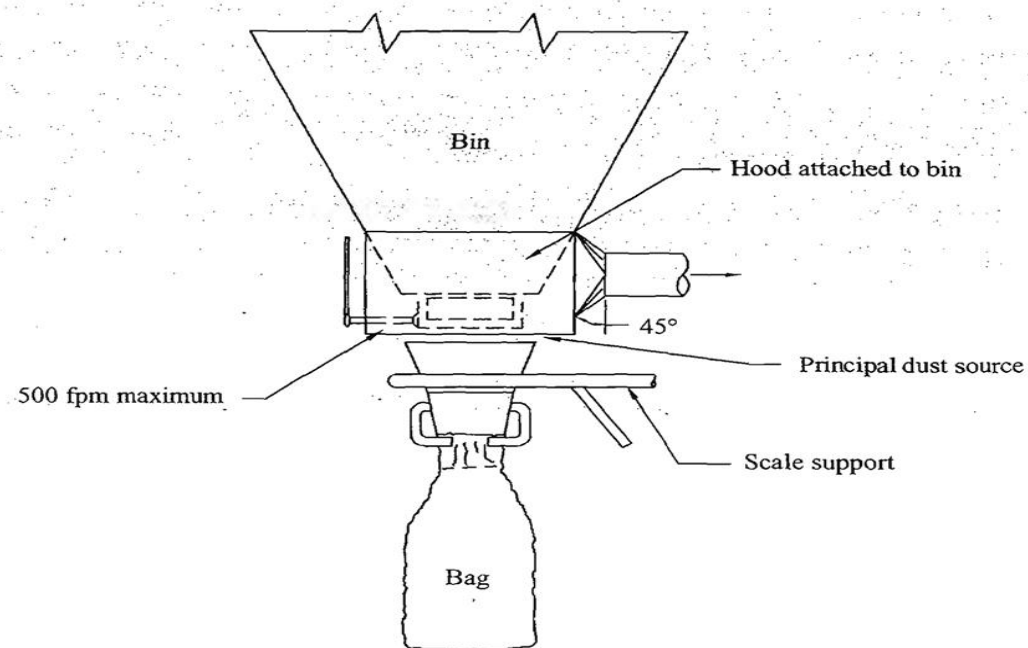


$$k_e \approx 0.8 \text{ (ج)}$$

افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود)

نوع هود	توصیف هود	ضریب افت در ورودی هود (F_H) (بدون بعد)	ضریب ورودی (C_e)
	ساده با کانال مستقیم	۰/۹۳	۰/۷۲
	ساده با زانویی بعد هود	۱/۶	
	فلنج دار با کانال مستقیم	۰/۴۹	۰/۸۲
	فلنج دار با زانویی بعد هود	۰/۸	
	مخروطی یا جمع شونده	به شکل ۴-۷ مراجعه کنید.	

		<p>زنگی یا شیپوری</p>	<p>۰/۰۴</p>	<p>۰/۹۸</p>
	<p>روزنه و یا شکاف</p>	<p>۱ - ۱/۷۸</p>		
	<p>سنگ فرز (اتصال مستقیم به کانال)</p>	<p>۰/۶۵</p>		
	<p>سنگ فرز (اتصال تدریجی به کانال)</p>	<p>۰/۴</p>		
<p>سایر هودها</p>	<p>اتاقک سند بلاست</p>	<p>۱</p>		
	<p>بالابر و جداکننده سند بلاست</p>	<p>۲/۳</p>		
	<p>بالابر کاملاً محصور</p>	<p>۰/۶۹</p>		



$Q = 400-500 \text{ acfm} - \text{non-toxic dust}$
 $1000-1500 \text{ acfm} - \text{toxic dust}$

Minimum duct velocity = 3500 fpm
 $h_e = 0.25 VP_d$

Note: Care must be taken so that too much air is not used, as valuable product will be pulled into the exhaust system.

Reference: 13.15.2



TITLE

BAG FILLING

FIGURE

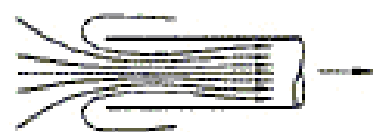
VS-15-02

DATE

1-10

CHECK CODES, REGULATIONS, AND LAWS (LOCAL, STATE, AND NATIONAL)
 TO ENSURE THAT DESIGN IS COMPLIANT.

افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود)



$h_e = 0.93 VP_d$
PLAIN DUCT END



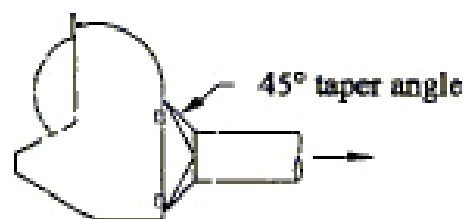
$h_e = 0.49 VP_d$
FLANGED DUCT END



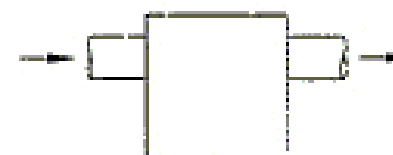
$h_e = 0.04 VP_d$
BELLMOUTH ENTRY



$h_e = 1.78 VP_{Orifice}$
SHARP-EDGED
ORIFICE



$h_e = 0.4 VP_d$ (tapered take-off)
 $h_e = 0.65 VP_d$ (no taper)
STANDARD GRINDER HOOD

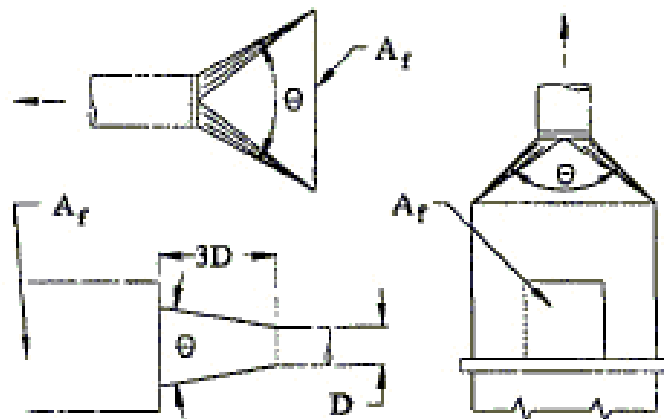


$h_e = 1.5 VP_d$
TRAP OR SETTLING
CHAMBER

* $h_e = F_h VP_d$ See 3.5

افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود)

TAPERED HOODS
Flanged or unflanged; round, square or rectangular. Θ is the major angle on rectangular hoods.

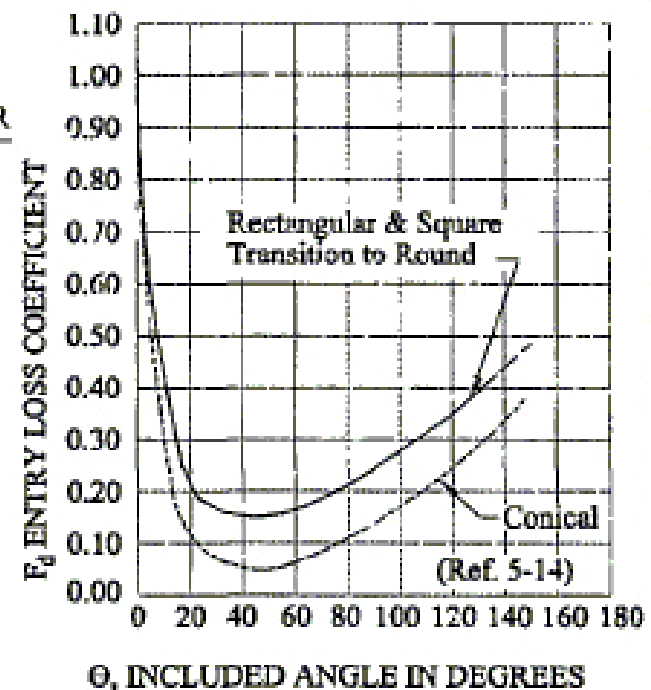


Face area (A_f) at least 2 times the duct area.

Θ	ENTRY LOSS (h_e)	
	ROUND	RECTANGULAR
15°	0.15 VP	0.25 VP
30°	0.08 VP	0.16 VP
45°	0.06 VP	0.15 VP
60°	0.08 VP	0.17 VP
90°	0.15 VP	0.25 VP
120°	0.26 VP	0.35 VP
150°	0.40 VP	0.48 VP
180°	0.50 VP	0.50 VP

VP = Duct VP = VP_d

Note: 180° values represent round ducts butted into back of booth or hood without a rectangular to round transition.



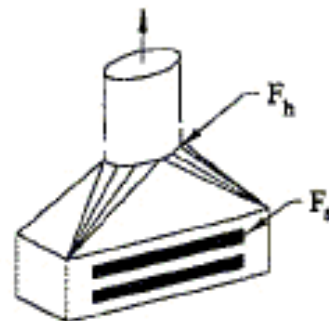
افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود)

COMPOUND HOODS

A compound hood, such as the slot/plenum shown to the right, would have 2 losses, one through the slot and the other through the transition into the duct.

The slot entry loss coefficient, F_s , would have a value typically in the range of 1.00 to 1.78 (see Chapters 3 and 10).

The hood entry loss coefficient is given by the above data for tapered hoods.



$$h_e = F_s VP_s + F_h VP_d$$

MISCELLANEOUS VALUES

HOOD	ENTRY LOSS COEFFICIENT F_b
Abrasive blast chamber	1.0
Abrasive blast elevator	2.3
Abrasive separator	2.3
Elevators (enclosures)	0.69
Flanged pipe plus close elbow	0.8
Plain pipe plus close elbow	1.60

افت فشار در محل ورود هوا به کانال (هود): فاکتور شتاب

- انرژی لازم برای شتاب یافتن آلودگی معادل فشار سرعت در دهانه کانال بوده و در قالب ضریب افت ناشی از شتاب بیان می شود.

$$h_{ac} = KVP_d$$

$$K=1$$

افت فشار در هود

$$H_h = F_h \frac{V_p^2}{2g} = F_h VP_d$$

$$SPh = H_h + \text{افت ناشی از شتاب} = (Fh \times VP_d) + VP_d$$

هواگذر ورودی به هودی با دهانه ۲۵ فوت مربع، ۹۴۲۰ فوت بر دقیقه می باشد. اگر هود با زاویه جمع شوندگی ۹۰ درجه به کانال گرد به قطر ۲ فوت متصل شود افت فشار را در شرایط استاندارد تعیین کنید؟

$$V_f = Q/A_f = 250 \text{ fpm} \quad \text{سرعت در دهانه هود}$$

$$V_d = Q/A_d = 3000 \text{ fpm} \quad \text{سرعت در کانال}$$

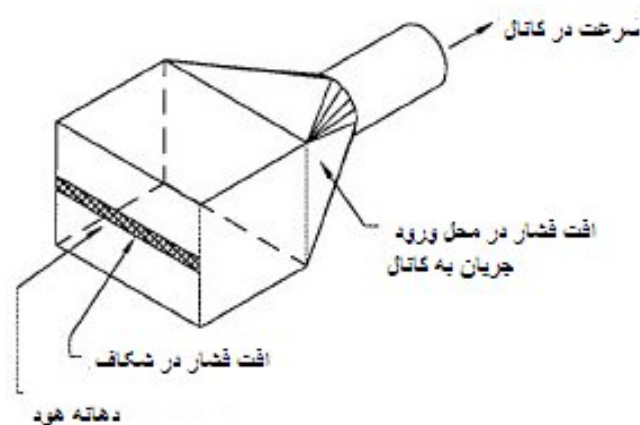
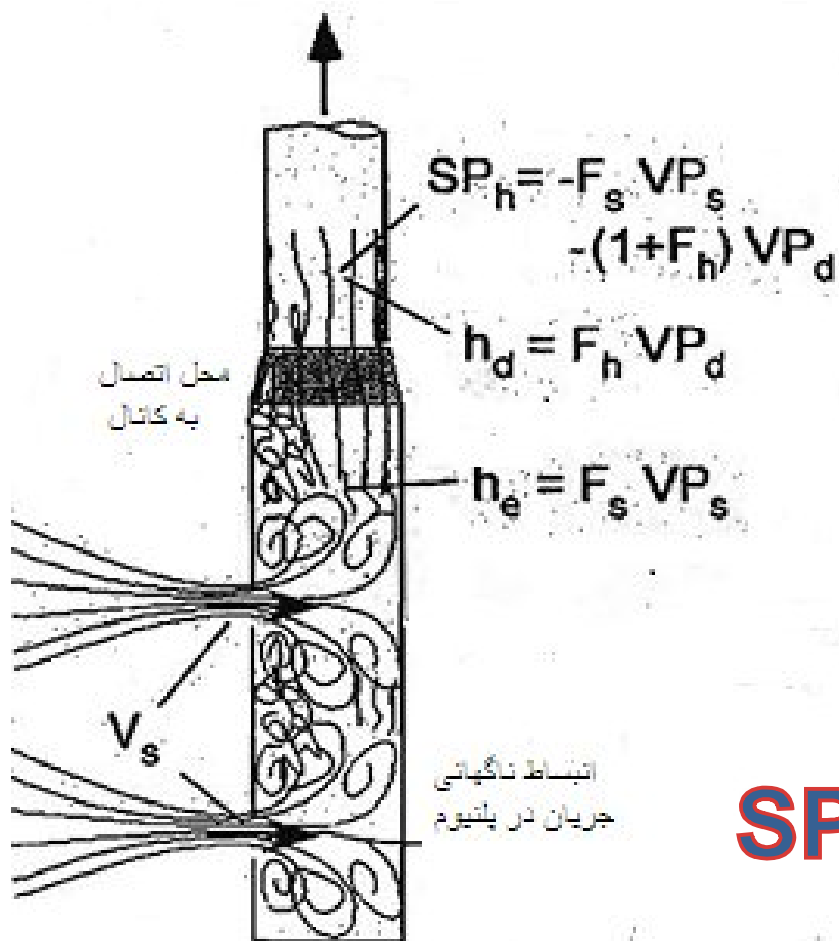
$$VP_d = df(V_d/4005)^2 = 0.56 \text{ "wg} \quad \text{فشار سرعت در کانال}$$

$$F_h = \quad \text{ضریب افت ورودی هود از جدول ۳-۴: ۰.۲۵}$$

$$SP_h = h_e + VP_d = h_h + VP_d = F_h VP_d + KVP_d$$

$$= (0.25)(0.56) + 0.56 = 0.7 \text{ "wg} \quad \text{فشار استاتیک هود}$$

افت فشار در هودهای مرکب (شکاف دار)



$$SP_h = h_e + h_{eh} + h_{acc}$$

$$= (F_s \times VP_s) + (F_h \times VP_d) + KVP_d$$

در هود مخروطی با زاویه جمع شونده کی ۹۰ درجه، سرعت در شکاف ۲۰۰۰ و سرعت در کانال ۳۵۰۰ فوت بر دقیقه، فشار استاتیک هود را در شرایط استاندارد تعیین کنید؟

$$df(V_s/4005)^2 = 0.25 \text{ "wg}$$

فشار سرعت در شکاف (VPs)

$$1/78$$

افت ورود به شکاف (F_s) شکل 4-6

$$df(V_d/4005)^2 = 0.76 \text{ "wg}$$

فشار سرعت در کانال (VPd)

$$0/25$$

افت ورود به هود (F_h) شکل 4-6

$$h_s + h_h + KVP_d = F_s VP_s + F_h VP_d + VP_d$$

فشار استاتیک هود (SPh)

$$(1.78)(0.25) + (0.25)(0.76) + 0.76 = 1.40 \text{ "wg}$$

ضریب ورود جریان به هود (Ce) -Coefficient of entry

$$C_e = \sqrt{\frac{VP_D}{SPh}} \quad C_e = \frac{Q_{\text{حقیقی}}}{Q_{\text{ایده آل}}}$$

فشار استاتیک هودی با ضریب ورودی ۰.۸۶ و فشار سرعت یک اینچ آب در کانال را محاسبه کنید؟

$$C_e = \sqrt{\frac{VP_D}{SPh}} \rightarrow 0.86 = \sqrt{\frac{1}{SPh}} \rightarrow SPh = 1.35 \text{ in wg}$$

ضریب ورود جریان به هود (Ce)

- هواگذر واقعی هود توسط ضریب ورود جریان به هود Ce و فشار استاتیک هود قابل محاسبه است

$$Q = V.A$$

$$V = 4005 \sqrt{\frac{VP_d}{df}}$$

$$Q = 4005 \sqrt{VP_d} = Ce \sqrt{SP_h} \longrightarrow Q = 4005 Ce \times A \sqrt{\frac{SP_h}{df}}$$

هواگذر هودی با سطح دهانه ۰/۶۶۸ فوت مربع، ضریب ورود ۰/۵۴۸ و فشار استاتیک ۱.۷۶ اینچ آب را در شرایط استاندارد محاسبه کنید.

$$Q = 4005 Ce \times A \sqrt{\frac{SP_h}{df}} \rightarrow Q = 4005 (0.0668) (0.845) \sqrt{1.76} = 300 CFM$$

متشكرم